

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.

(54) MANUFACTURE OF SEMICONDUCTOR DEVICE

(11) 2-94572 (A) (43) 5.4.1990 (19) JP
 (21) Appl. No. 63-246507 (22) 30.9.1988
 (71) NEC YAMAGATA LTD (72) KAZUYUKI SHIRATA
 (51) Int. Cl^s. H01L29/784, H01L27/04// H01L27/088

PURPOSE: To eliminate the irregularity in the characteristics of a transistor or the like, and to manufacture an integrated circuit of high quality and high yield by setting the arraying direction or the direction of a pattern part including the transistor in a predetermined relation to the striation direction by the gate direction of the MOS transistor of each element pellet.

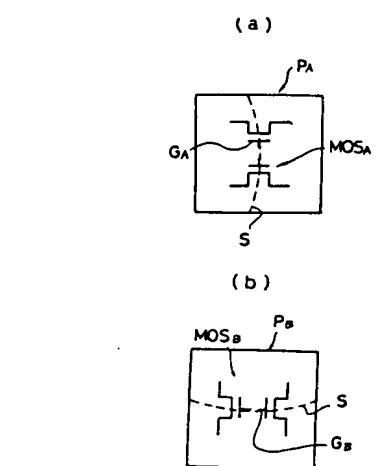
CONSTITUTION: When a concentrical striation S is generated in a semiconductor wafer W, the plane of the wafer is divided into upper and lower, left and right parts w₁-w₄ of a sector shape having an inner angle of 90°. The parts are grouped to two parts by the upper and lower parts w₁, w₂ and the left and right parts w₃, w₄, and the pattern disposition of the transistors of element pellets P_A, P_B to be formed on the parts is turned at 90°. In the pellet P_B of the parts w₁, w₂, the gate G_B of a MOS transistor MOS_B is directed rightward or leftward. As a result, in any MOS_A, MOS_B, gates G_A, G_B are formed along the striation S of the same pattern size in the same oxygen concentration. Accordingly, it can prevent the irregularity due to the striation of the characteristics between MOS transistors.

(54) PHOTODETECTOR

(11) 2-94573 (A) (43) 5.4.1990 (19) JP
 (21) Appl. No. 63-244559 (22) 30.9.1988
 (71) NIPPON TELEGR & TELEPH CORP <NTT> (72) KOICHI WAKITA(2)
 (51) Int. Cl^s. H01L31/0264

PURPOSE: To obtain a photodetector having large variation in absorption end wavelength by a low voltage drive, high efficiency and wavelength selectivity by increasing the thickness of a well layer in a quantum wall structure, and composing the composition of the layer of InGaAlAs, InGaAsP or GaAlAs.

CONSTITUTION: A photodetector is formed by growing an In_{0.52}Al_{0.48}As clad layer 2 on an InP substrate 1, forming a multiple quantum well structure 3 made of an InGaAlAs quantum well layer and an In_{0.52}Al_{0.48}As barrier layer thereon, forming an InAlAs clad layer 4 thereon, and further laminating an InGaAs cap layer 5 thereon. The mesa shape of a sample has 36 μm of lateral width W and 55-340 μm of mutual operation length L with a light. Thus, even if the composition of the material to be employed for a quantum well is selected to increase the well width, its absorption end energy is not changed, but can be secured to a useful wavelength, and since a large absorption end wavelength shift is provided even by a low voltage application, the photodetector having an efficient wavelength selectivity can be realized.

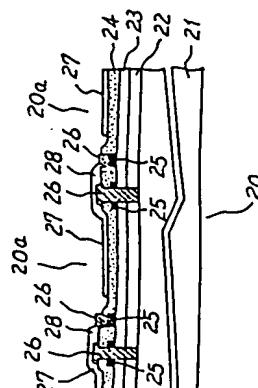
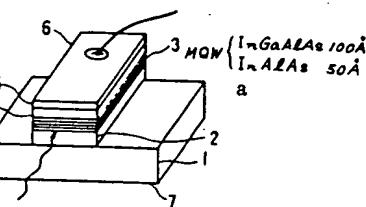


(54) FLEXIBLE SOLAR CELL SHEET

(11) 2-94574 (A) (43) 5.4.1990 (19) JP
 (21) Appl. No. 63-244374 (22) 30.9.1988
 (71) TEIJIN LTD (72) HIROSHI OKANIWA(2)
 (51) Int. Cl^s. H01L31/04

PURPOSE: To obtain a solar cell sheet in which the quantity of incident light is increased without loss of its flexibility by utilizing the merit of capability of winding of a flexible substrate, and employing a polymer film in which its face in contact with an air layer is roughed as a window member.

CONSTITUTION: A PET film having heat resistance necessary for depositing amorphous silicon and 100 μm of thickness is employed as a flexible substrate 21 to form an integrated amorphous solar cell in which three rows of cells 20a are aligned in series. Leads 29a, 29b made of copper foils are attached to both ends of the cells 20a to obtain a solar cell unit sheet 20. Then, a roughed polymer film 40 is laminated as a window member, and a solar cell sheet 20 sealed at its periphery is manufactured. The sheet 20 in which a roughed FET film with ionomer formed with an ionomer layer is laminated on the front side (on the solar cell) of the sheet 20, i.e., window is manufactured. Thus, the output of the flexible solar cell can be improved.



⑨日本国特許庁 (JP) ⑩特許出願公開
⑪公開特許公報 (A) 平2-94573

⑫Int.Cl.⁹
H 01 L 31/0264

識別記号 廃内整理番号
7522-5F H 01 L 31/08

⑬公開 平成2年(1990)4月5日
L

審査請求 未請求 請求項の数 9 (全6頁)

⑭発明の名称 光検出器

⑮特 願 昭63-244559
⑯出 願 昭63(1988)9月30日

⑰発明者 脇田 紘一 東京都千代田区内幸町1丁目1番6号 日本電信電話株式会社内
⑰発明者 小高 勇 東京都千代田区内幸町1丁目1番6号 日本電信電話株式会社内
⑰発明者 中尾 正史 東京都千代田区内幸町1丁目1番6号 日本電信電話株式会社内
⑰出願人 日本電信電話株式会社 東京都千代田区内幸町1丁目1番6号
⑰代理人 弁理士 中村 純之助

明月 素田

1. 発明の名称

光検出器

2. 特許請求の範囲

1. 量子井戸構造を有する光検出器において、
量子井戸層を構成する元素AとBとからなる
化合物半導体結晶AB、および隣壁層を構成
する元素A、B、Cからなる鉛化合物半導
体A_{1-x}C_xB (0 < x ≤ 1) により構成され
る量子井戸構造の井戸層ABに、上記井戸層
のバルクとしてもつエネルギーギャップを大
きくする元素Cを添加することを特徴とする
光検出器。

2. 上記量子井戸がA_{1-x}C_xBであり隣壁層が
A_{1-y}D_yBのとき、上記井戸層を
A_{1-x-y}C_xD_yBとしたことを特徴とする特
許請求の範囲第1項に記載した光検出器。

3. 上記量子井戸層がABであり隣壁層がAC
のとき、上記井戸層にCを添加して

A_{1-x}C_xとしたことを特徴とする特許請求
の範囲第1項に記載した光検出器。

4. 上記量子井戸層がA_{1-x}B_xCであり隣壁層
がBCのとき、上記井戸層に元素Dを添加し
て、そのエネルギーギャップを大としたこと
を特徴とする特許請求の範囲第1項に記載し
光検出器。

5. 量子井戸構造を有する光検出器において、
第1の導電形を有するInP結晶基板上に、
(a) 第1の導電形を有するInP層または
In_{1-x}(Ga_{1-x}Al_x)_{1-y}As層 (0 < x ≤ 1),
(b) In_{1-x}(Ga_{1-y}Al_y)_{1-z}As層 (0 <
y ≤ x) および In_{1-x}(Ga_{1-z}Al_z)_{1-y}As
層 (0 < z < y) を交互に積層した量子井戸
構造を有する層、(c) 第2の導電形を有す
るInP層またはIn_{1-x}(Ga_{1-x}Al_x)_{1-y}As
層、(d) 第2の導電形を有する
In_{1-x}As層の各層を、順次成長さ
せた多層構造の両面にそれぞれ電極を形成し、
上記量子井戸構造の一方の端面から入射した

特開平2-04573 (2)

光を他の端面から出射する導波路を形成し、光の進行方向に複数の独立した電極を設けたことを特徴とする光検出器。

6. 上記量子井戸構造は、量子井戸層と隣接層との組合せが、それぞれ $ZnSe/ZnTe$ 、 $InGaSb/GaSb$ 、 $InGeP/InAlP$ 、 $GaSb/AlGaSb$ のうち、いずれかの材料系であることを特徴とする特許請求の範囲第5項に記載した光検出器。

7. 上記量子井戸構造を有する層は、

$In_{1-u}Ga_uAs_{1-v}P_v$ および

$In_{1-u}Ga_uAs_{1-v}P_v$ ($0 \leq u, 0 < v \leq 1$ 、 $0 \leq w, u < t$) を交互に積層した多層膜であることを特徴とする特許請求の範囲第5項に記載した光検出器。

8. 量子井戸構造を有する光検出器において、第1の導電形を有する $GaAs$ 結晶基板上に、(a') 第1の導電形を有する $Al_{1-s}Ga_sAs$ 層 ($0 < s < 1$)、(b') $AlGaAs$ 層 ($0 < r \leq 1$) と $AlAs$ 層とを交互に積層した量

子井戸構造を有する層、(c') 第2の導電形を有する $GaAs$ 層の各層を順次成長させた多層構造の両面にそれぞれ電極を形成し、上記量子井戸構造の一方の端面から入射した光を他の端面から出射する導波路を形成し、光の進行方向に複数の独立した電極を設けたことを特徴とする光検出器。

9. 上記量子井戸構造は、若干の Al あるいは P を量子井戸に添加したものであることを特徴とする特許請求の範囲第1項ないし第8項のいずれかに記載した光検出器。

3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

本発明は、入射する多波長光を独立に検出できる波長選択性をもつ光検出器に関するものである。〔従来の技術〕

光通信においては、これまで主として单一波長をもつ光の伝送が実用化されてきたが、近年、より高密度の情報を1本の光ファイバケーブルで伝送できる波長多重光伝送方式が検討されている。

多波長の光を選別するには分光器等が必要になり、また、それぞれの波長に対しては、それぞれの光検出器が必要であって、構成が複雑になるとともに高価なものになっていた。これらの問題を解決する方法の一つに、波長選択性機能を検出器自体にもたらすことが提案され、実験されている（米国応用物理学会（Applied Physics Letters）47巻、866頁-868頁、1985年）。

その原理は、量子井戸構造を採用して、その層に垂直方向に電界を印加し、吸収スペクトルが電界により長波長側にシフトする効果（量子閉じ込めシユタルク効果という）を利用している。第8図はその効果を示すもので、 $GaAs$ と $Al_{0.2}Ga_{0.8}As$ (100Å/50Å) からなる量子井戸構造に、光を層に平行に入射したときの光吸収電流スペクトルの印加電圧依存性を示す。すなわち、第1図の電極6-1、6-2を同一にして電子に逆方向電圧を加えると、その吸収スペクトルは第8図に示すようになり、吸収ピークは長波長側にシフトする。したがって、印加電圧の値に応

じて吸収される光の波長が変えられるので、例えば、波長850nmと870nmの光が A_1 、 A_2 として独立に検出できている。この効果は通常のバルクに較べ、量子井戸構造を採用したために、吸収スペクトル変化が急峻である。

〔発明が解決しようとする課題〕

しかしながら、上記従来技術では、波長がシフトする範囲が限られ（上記従来例では18V印加で約200Åのシフト）、加えられる電圧もおのずから限界があり、また、異種波長間でのクロストークもあり、十分とはいえない。

本発明は、低電圧駆動で吸収端波長の変化が大きく、高効率な波長選択性を有する光検出器を得ることを目的とする。

〔課題を解決するための手段〕

上記目的は、量子井戸構造中の井戸層を厚くし、かつ、井戸層の組成を $InGaAlAs$ または $InGaAsP$ 、あるいは $GaAlAs$ にすることにより達成される。

【作用】

量子井戸層に垂直に電界を印加したとき、その吸収端のエネルギーシフトは、低電界において量子井戸の厚さ L_z の 4乗に比例することが知られており、大きなエネルギーシフトを得るには L_z が大きい構造を採用すればよい (G. Bastard ら、フィジカル・レビュー・ビー (Physical Review B) 28巻 3241頁 - 3245頁、1983年)。

一方、量子井戸の厚さを厚くしていくと、量子サイズ効果は減少し、量子井戸の吸収端エネルギーが小さくなり、また、励起子(電子-正孔対)に基づく振動子強度は L_z とともに減少する。第9図は InGaAs / InP 系の InP 基板と格子整合する量子井戸層を $In_{1-x}Ga_xAs$ 、障壁層を InP とする多量子井戸について、その吸収ピークシフトの電界効果の井戸幅 L_z 依存性を調べたものである。実線は計算値を示しプロットした各点は実験値を示すが、ほぼ上記計算値とは良く一致し、 L_z が大きい程エネルギーシフトが大きくなることが判る。しかし、その吸収端エネル

ギーは $L_z = 70\text{Å}$ に対して 1.46μm であるのに対し、 $L_z = 100\text{Å}$ では 1.605μm となり、通常よく使用される波長 1.55μm 帯に対しては、 $L_z = 100\text{Å}$ のものは電界の有無にかかわらず大きな吸収が存在し、不適である。このような結果は、障壁層に InP に格子整合する $In_{1-x}Al_xAs$ を用いた場合も同様であり、量子井戸層の層厚によってその吸収端エネルギーが決定されてしまうためである。そこで量子井戸 InGaAs に若干の Al あるいは P を添加して、その吸収端エネルギーを大きくしつつその層厚を厚くしてやれば、大きなエネルギーを有しながら吸収端エネルギーを 1.5μm 帯に固定できる。第10図はこのような考察に基づいて、InP 基板に格子整合する 4 元量子井戸層 $In_{1-x-y}Ga_xAl_yAs$ の電界 100kV/cm 下におけるエネルギーシフトを、電界 0 での吸収端が 1.5μm に固定した条件下で、Al の添加量の関数として示したものである。また、4 元井戸層のバルクとしてのエネルギーギャップも同時に示した。非常に僅かな Al の添加で、井戸の幅が厚くなるにしたが

いシフト量が大きくなることが判る。一般には、井戸の組成をエネルギーギャップが増加する方向にすらすと、障壁層とのエネルギー差が小さくなり、量子サイズ効果が減少するが、本発明では極く微量の Al 添加であるため、顕著なエネルギー差の変化はなく、量子サイズ効果の低下も少ない。実際、 $In_{1-x}(Ga_{1-x}Al_x)_{1-x}As$ ($x = 0.06$) 量子井戸を厚さ 100Å 30周期作製した(障壁層 $InAlAs = 50\text{Å}$) ところ、量子効果は第11図に示すように明瞭に観測された。第11図は量子井戸に僅かな Al を添加した本発明に基づく量子井戸構造の、光を量子井戸層に平行に入射したときの光吸収電流スペクトルの電圧依存性を示すもので、室温において明瞭な励起子吸収が観測されており、また、その吸収ピーク位置の電圧による長波長側へのシフトが大きい。6 V の印加電圧で約 600Å のシフトがあり、このシフト量は印加電圧 0 における吸収ピーク位置と同じ吸収ピークをもつ 3 元 $In_{1-x}Ga_xAs$ 井戸(井戸幅約 70Å) の電圧によるシフト量に較べ約 3 倍もあり、本発明の有

効性が確認された。第12図は本発明を InP に格子整合する InGaAsP 量子井戸に適用した場合のエネルギーシフトを示すもので、その条件は第10図と同様である。すなわち、電界強度 100kV/cm 、電界 0 での吸収端を 1.5μm に固定したとき、InGaAsP 中の InGaAs の割合を関数としている。僅かな P の添加によりエネルギーシフトが大きく変ることがわかる。例えば、InGaAs に較べ、5 % の P 添加でシフト量は 2 倍以上になることが予想できる。

【実施例】

つぎに本発明の実施例を図面とともに説明する。第1図は本発明による光検出器の第1実施例を示す説明図、第2図は上記実施例の光応答波形を示す図、第3図は本発明による第2実施例を示す図、第4図は本発明の第3実施例を示す図、第5図は本発明の第4実施例を示す図、第6図は本発明の第5実施例を示す図である。第1図に示した第1実施例は、InP 基板 1 の上に $In_{1-x}Al_xAs$ クラッド層 2 を成長させ、その上に InGaAs

量子井戸層と $In_{0.5}Al_{0.5}As$ 障壁層とからなる多量子井戸構造 3 を形成し、その上に $InAlAs$ クラッド層 4 をつけ、さらに $InGaAs$ キャップ層 5 を積層したものである。第 1 図に示す試料のメサ形状は、横幅 W が $36\mu m$ 、光との相互作用長さが $55\sim 340\mu m$ のものである。第 2 図に示す図は上記試料の光応答波形で、入射光波長 $615nm$ 、半値幅 $300ps$ の光を、上記試料の劈開面に垂直（量子井戸層に平行）に照射したとき、試料両端に光検出波形として誘起される電圧を示している。立上り $30ps$ 、立下り $140ps$ が得られ、高速応答性が立証されている。

第 3 図に示す第 2 実施例は、光の進行方向に複数個の電極 6-1、6-2、6-3 を設け、入射波長に応じて上記各電極に加える電圧を変え、検出する波長を選択できるようになっている。すなわち、第 1 の電極 6-1 では印加電圧を $1V$ にして波長 $1.51\mu m$ の光が受光できるようにし、第 2 の電極 6-2 では印加電圧を $3V$ にして波長 $1.53\mu m$ の光を受光し、第 3 の電極 6-3 では印加電圧を $6V$

にして波長 $1.55\mu m$ の光を検出している。上記各電極の電気的分離は、プロトン打込み ($120keV$ 、 $5 \times 10^{16}cm^{-2}$ のドーズ量) により作製し、その深さを $p-InGaAs$ キャップ層 5 に $p-InAlAs$ クラッド層 4 を合わせた深さと同じにして電気的な絶縁を行っている。各電極間の抵抗は $1G\Omega$ 以上である。図では高速化用に素子容量もプロトン打込みで低減化している。

第 4 図に示す第 3 実施例は、各電極 6-1、6-2、6-3、6-4、6-5 間の分離のために、イオンミリングあるいはドライエッチング分離溝を形成している。この場合はプロトン打込みを用いなくても電気的な分離はよいが、入射光 λ_1 、 λ_2 、 λ_3 、 λ_4 は各セグメントを通過したあと再び空気中に出るので、光の反射があり、検出感度をおとす可能性がある。

第 5 図に示す第 4 実施例は、低容量化のためメサ構造にして光を検出するように工夫したものであり、プロトン打込みによる電極分離が容易である。

第 6 図に示す第 5 実施例は、横モード单一化と低容量化のために、リッジ形の導波路を作製し、電気的絶縁はイオンミリングあるいはドライエッチングで形成された溝を利用している。第 3 図および第 4 図とともに、4 元量子井戸採用による大きな電界効果のため、吸収ピーク波長のシフトは大きく、従来例に較べて大きな波長選択性と小さなクロストークが、小さな印加電圧で達成されており、本発明の有用性が確認されている。なお、構のかわりにプロトン打込みを行って絶縁化しても差支えない。

また、本発明の説明には $InGaAlAs$ / $InAlAs$ 、 $InGaAsP$ / InP 系長波長材料の量子井戸層 / 障壁層の組合せについて記したが、 $GaAlAs$ / $AlAs$ 、 $ZnSe$ / $ZnTe$ 、 $InGaSb$ / $GaSb$ 、 $InGaP$ / $InAlP$ 、 $GaSb$ / $MgGaSb$ 等の他の材料系についても適用することができる。さらに、 InP 基板結晶と格子整合する場合について説明したが、特に格子整合しなくても上記効果があることはいうまでもなく、したがって、広

い波長範囲にわたって適用することが可能である。
【発明の効果】

上記のように本発明による光検出器は、量子井戸構造を有する光検出器において、第 1 の導電形を有する InP 結晶基板上に、(a) 第 1 の導電形を有する InP 層または $In_{0.5}Al_{0.5}As$ 層 ($0 < x \leq 1$)、(b) $In_{0.5}Ga_{1-x}Al_x$ 層 ($0 < y \leq x$) および $In_{0.5}Ga_{1-x}Al_x$ 層 ($0 < z < y$) を交互に積層した量子井戸構造を有する層、(c) 第 2 の導電形を有する InP 層または $In_{0.5}Al_{0.5}As$ 層、(d) 第 2 の導電形を有する $In_{0.5}Ga_{0.5}As$ 層の各層を、順次成長させた多層構造の両面にそれぞれ電極を形成し、上記量子井戸構造の一方の端面から入射した光を他の端面から出射する導波路を形成し、光の進行方向に複数の独立した電極を設けたことにより、量子井戸に採用する材料の組成を選んで井戸幅を厚くしても、その吸収端エネルギーは変らず有用な波長に固定でき、かつ、低い電圧印加に

よっても大きな吸収端波長シフトがあるため、効率的な波長選択性をもつ光検出器を実現することができる。

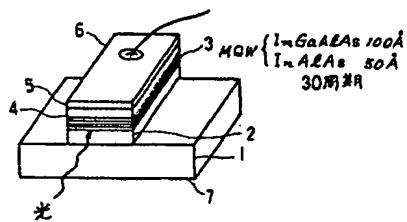
4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明による光検出器の第1実施例を示す説明図、第2図は上記実施例の光応答波形を示す図、第3図は本発明による第2実施例を示す図、第4図は本発明の第3実施例を示す図、第5図は本発明の第4実施例を示す図、第6図は本発明の第5実施例を示す図、第7図は従来の波長選択性光検出器の斜視図、第8図は上記従来例における光吸収スペクトルの印加電圧依存性を示す図、第9図は従来の量子井戸構造における吸収ピークシフトの井戸幅依存性を示す図、第10図は $In_{1-x-y}Ga_xAl_yAs / InP$ 系量子井戸構造のエネルギーシフトとAl添加の関係図、第11図は $InGaAs / InAlAs$ 量子井戸構造の吸収電流スペクトルの電圧依存性を示す図、第12図は $InGaAsP / InP$ 系量子井戸構造のエネルギーシフトとP添加の関係を示す図である。

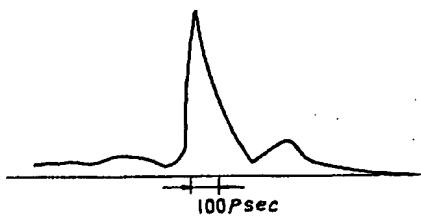
- 1 … 基板
- 2 … 第1導電形クラッド層
- 3 … 多重量子井戸構造
- 4 … 第2導電形クラッド層
- 5 … キャップ層
- 6, 6-1, 6-2, 6-3, 6-4, 6-5 … p側電極
- 7 … n側電極

特許出願人 日本電信電話株式会社

代理人弁理士 中村純之助

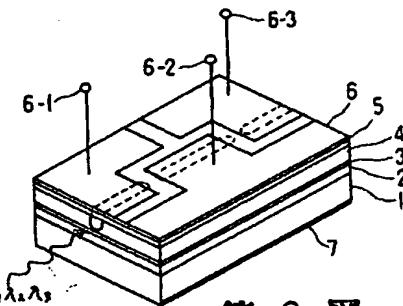


第1図

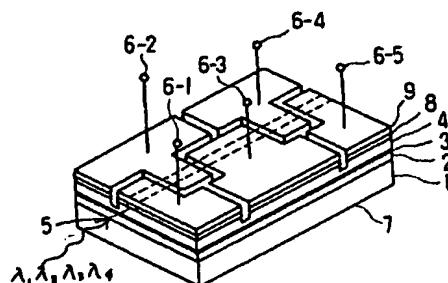


1: 基板 2: 第1導電形クラッド層 3: 多重量子井戸構造
4: 第2導電形クラッド層 5: キャップ層
6, 6-1, 6-2, 6-3, 6-4, 6-5: p側電極 7: n側電極

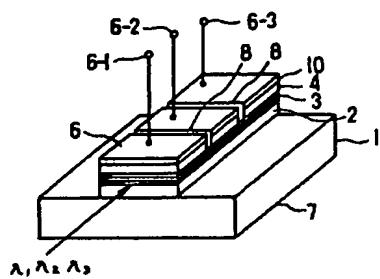
第2図



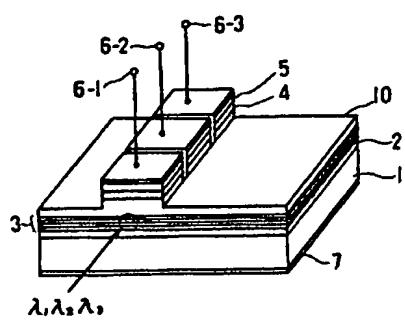
第3図



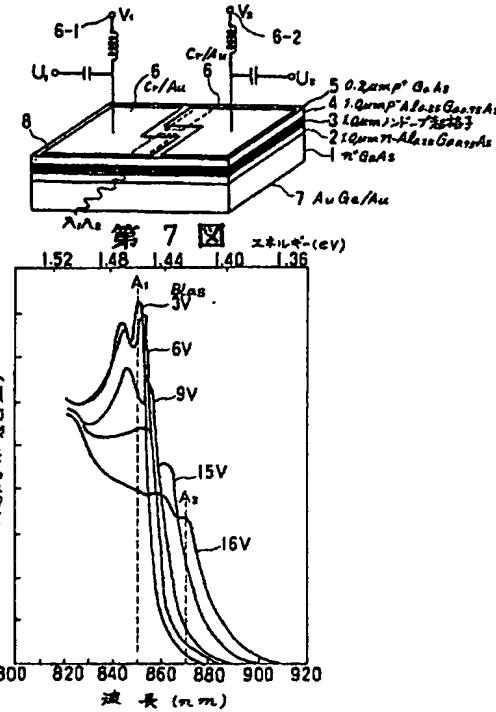
第4図



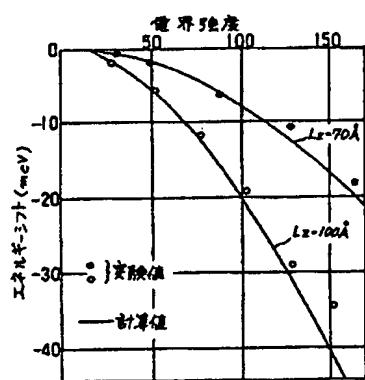
第5図



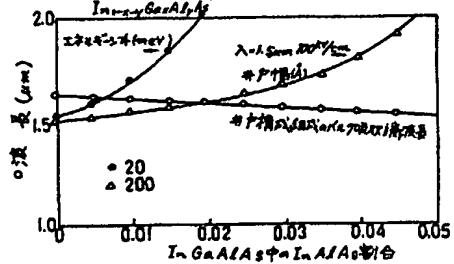
第6図



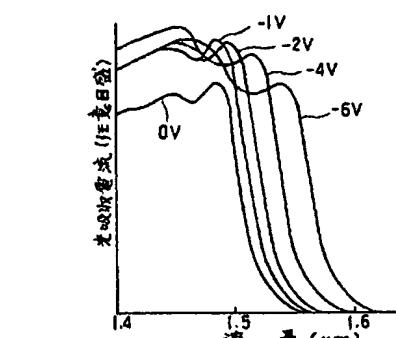
第7図



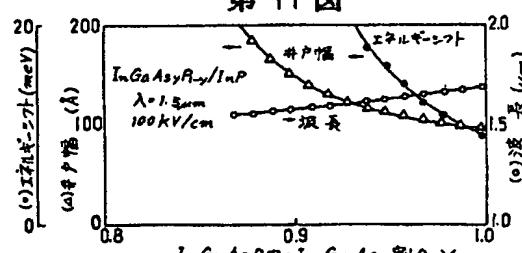
第9図



第10図



第11図



第12図